1C

УДК 001.51:004.81

В.В. Сторож
Государственный университет информатики и искусственного интеллекта,
г. Донецк, Украина

Иерархическая организация мира, интеллект и сознание

Отказ от фиксированной сложности элементов нижележащих уровней позволил показать, что с точки зрения иерархической организации неживые тела, живые организмы и сознание существуют одинаковым образом, как физическая реальность. Такие свойства сознания, как целостность, контекстность, переживание и чувствование, можно описать только с позиции физического существования, но не формальных или алгоритмических систем. Делается вывод, что сознание не может быть получено с помощью машины Тьюринга и иных вычислительных систем, основанных на формальных принципах.

Введение

Одной из особенностей современной научной идеологии является широкое использование системных преставлений, т.е. рассмотрение различного рода сущностей (физических, социальных, психологических, интеллектуальных и т.д.) не изолированно, а в рамках некоторых систем, в которых эти сущности формируются и имеют обоснование.

При всестороннем изучении сложных систем необходимо учитывать их иерархическое строение [1]. При рассмотрении иерархий обычно на первом этапе анализа выделяют элементы различных уровней. Затем задают свойства элементов нижнего уровня, а свойства элементов вышестоящих уровней выводят, исходя из взаимодействия элементов нижележащих уровней. При этом обратным влиянием на элементы нижележащих уровней обычно пренебрегают. В таком случае сложность системы формируется за счет взаимодействия элементов системы различных уровней, а не за счет увеличения сложности элементов нижнего уровня рассматриваемой системы. Такие представления носят характер парадигмальных и формируют стиль современного научного мышления, а также приводят к его ограничениям.

В подтверждение и расширение этой точки зрения приведем несколько цитат по этому вопросу других авторов.

К.М. Подниекс (цит. по [2, с. 231]): «**Застывшая система основных принципов – отличительная особенность всякой математической теории.** Математическая модель какого-либо явления природы или технического устройства – это непременно застывшая модель, сближению которой с “оригиналом” положен предел. Только такую модель может использовать математик. Всякая попытка уточнить модель (т.е. видоизменить ее определение для того, чтобы сблизить ее с “оригиналом”) приводит к новой модели, которая опять должна “застыть”, чтобы ей мог заниматься математик.

Застывший характер математических моделей и теорий составляет как силу, так и слабость математики. Извлечь максимум информации из минимума посылок – это умение математиков многократно доказало свою эффективность в науке и технике. Но есть и обратная сторона этой силы: никакая конкретная застывшая модель (теория) не в состоянии решить все проблемы, возникающие в науке (или даже только в математике). Этот диалектический тезис блестяще подтвердился в знаменитой теореме Геделя о неполноте».

К.С. Клини [3, С. 60]: «Гильберту принадлежит, во-первых, подчеркивание того, что строгая формализация теории предполагает полную абстракцию от смысла – результат такой формализации называется *формальной системой* или *формализмом* (или иногда формальной теорией, или формальной математикой); во-вторых, ему принадлежит метод, делающий формальную систему в целом предметом изучения математической дисциплины, называемой *метаматематикой* или *теорией доказательств*».

Сопоставление вышеприведенных точек зрения позволяет сделать следующий вывод: формализацию, как правило, связывают с абстрагированием от смысла. Однако на самом деле при этом неявно используется еще одно сильное допущение: о фиксации свойств элементов нижнего уровня рассматриваемой системы (предельный уровень формализации – отождествление элементов нижнего уровня с числами, после чего к ним можно применять всю мощь математики).

В данной работе сделана попытка показать, что именно фиксация свойств элементов нижнего уровня системы приводит к проблемам в понимании сути таких ключевых понятий, как существование, жизнь, интеллект, сознание. И, наоборот, отбрасывание указанного допущения позволяет получить последовательное обоснование этих понятий и наметить ключевые направления их дальнейшего исследования.

С целью упрощения изложения и повышения уровня аргументации выводов, в работе принята следующая последовательность изложения:

– вначале рассматривается сущность понятий существования, жизни, интеллекта и сознания при отказе от допущения фиксированной сложности элементов нижнего уровня системы;

– в свете полученных знаний рассматриваются ограничения формальных подходов для объяснения сущности интеллекта и сознания.

1 Организация систем и сущность существования, жизни и сознания

Существуют следующие основные уровни организации систем:
– неодушевленная природа (физический уровень);
– уровень живых организмов;
– психика, включая мышление и сознание;
– организация общества.

Физический уровень

Проанализируем последовательно особенности организации этого уровня с точки зрения механизмов изменений и реализации физических и информационных процессов.

При рассмотрении физического уровня представим себе некое твердое тело, – кристаллическое, аморфное, или состоящее из молекул. Любое из этих тел можно рассматривать как состоящее из последовательности частных уровней: макроуровня (тело в целом), уровня молекул, атомного уровня, уровня элементарных частиц, и как «подстилающий» или базовый уровень – уровень вакуума.

Воздействуем на выбранное тело с помощью механической нагрузки или одного, или нескольких физических полей. В общем случае такое воздействие приведет к некоторому изменению размеров тела, изменению его положения в пространстве и т.д. (макроуровень). На уровне молекул несколько изменятся константы связи между атомами, углы между атомами и т.п. На атомном уровне изменятся, например, свойства атомного ядра, что можно наблюдать с помощью метода ядерного магнитного ре-

зонанса. И вообще, каждый элемент физического тела на каждом уровне вплоть до элементарной частицы изменит свои свойства. Причем это изменение зависит не только от внешнего воздействия, но и от изменения состояния каждого электрона и атомного ядра в выбранном теле, что описывается в виде волновой функции, зависящей от состояния всех электронов [4, с. 329]. Все связано со всем и изменяется согласованно в один и тот же интервал времени (рис. 1).

Отметим, что любое изменение, начинающееся или инициируемое на верхнем (или любом другом) уровне системы, сопровождается изменениями состояния элементов всех нижележащих уровней. Более того, можно утверждать, что механизмом реализации изменений верхнего уровня являются изменения состояния элементов нижележащих уровней. При этом:

а) число состояний элементов нижележащих уровней или их сложность может быть достаточно высока и сравнима со сложностью системы на макроуровне;

б) элементы нижележащих уровней данной макросистемы могут в общем случае обладать различающимися свойствами (а не одинаковыми, как при рассмотрении формальных систем).

Наинизшим физическим уровнем, который мы можем (косвенно) наблюдать, является уровень физического вакуума, с которым связывают квантовые эффекты типа квантовой запутанности и квантовой нелокальности [5], [6]. Именно с помощью связанных с вакуумом квантово-механических эффектов реализуется сложность частиц от субатомного до молекулярного уровней.

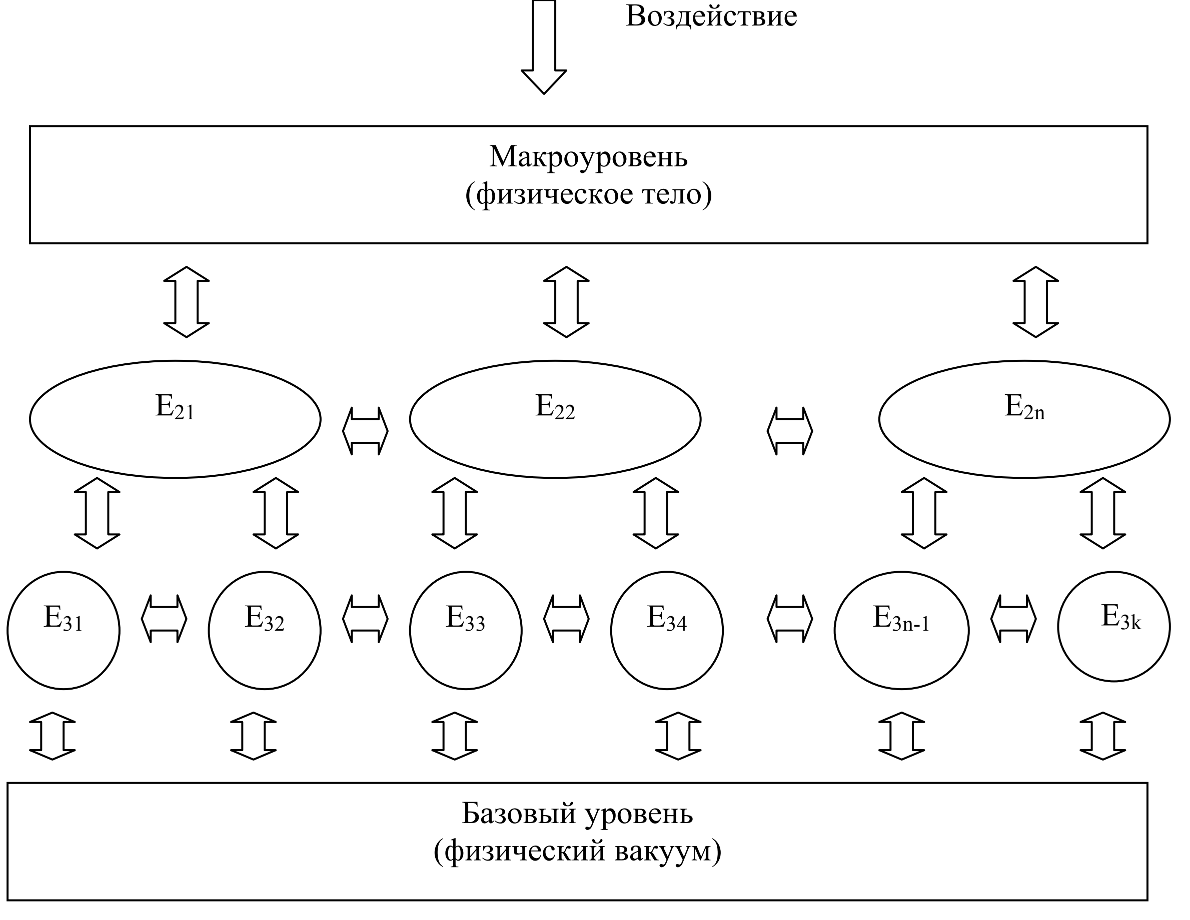


Рисунок 1 – Схема многоуровневой реакции физического тела на внешнее воздействие

С учетом вышесказанного отметим ряд ключевых свойств, которыми обладает физическая реальность при рассмотрении ее с позиции иерархической организации:

1. Целостность элементов верхнего уровня, в результате которой физические тела взаимодействуют с окружением и воспринимаются нами как самостоятельные объекты со своим комплексом свойств, а не как набор отдельных атомов. Однако эта целостность проявляется лишь во взаимодействиях, сила которых не превышает силы связи между элементами нижележащих уровней (например, во внешнем поле, не превышающем определенной интенсивности, твердое тело, проявляет свойства единого объекта, а по отношению к высокоэнергетичной элементарной частице или кванту излучения – выглядит как набор отдельных атомов). Заметим также, что целостность в данном случае определяется физическими свойствами, действующими здесь и сейчас.

2. Внешнее воздействие на систему воспринимается и «обрабатывается» (по аналогии с компьютером) одновременно всеми элементами всех уровней системы. При этом результат такой обработки всегда «адекватен» причине (выражаясь математически – посчитан правильно), а скорость – не зависит от сложности системы. Назовем это свойство физических систем **свойством физической полноты и адекватности реализации**.

3. Сложность (или наличие большого числа состояний) элементов системы всех уровней приводит к тому, что из одних и тех же исходных элементов может быть построено большое количество различных макросистем или реализаций. То есть нет однозначной связи между элементами нижележащих уровней и свойствами макросистемы – эти свойства определяются всей историей развития макросистемы, включая и внешние воздействия. Поэтому любая реальность на макроуровне является лишь одним из возможных вариантов физической реализации. Этот результат имеет глубокие последствия с точки зрения моделирования, – мы всегда моделируем лишь одну из реализаций, тогда как реальный мир гораздо сложнее и содержит в себе сложность всех возможных реализаций. По этому поводу может последовать возражение, что любая общая (формальная) модель содержит в себе возможности всех реализаций. На это возражение можно ответить следующее. Во-первых, общая модель в себе не содержит реализаций, – их еще нужно развернуть с помощью системы реализации (включающей алгоритмы, компьютеры и человека). Во-вторых, физическое тело «содержит в себе информацию» о реакции на любые сложные воздействия, а не только на те, которые описываются максимально однородной формальной моделью. Иначе говоря, множество физических реализаций в бесконечное число раз превышает множество реализаций, описываемых любым количеством формальных моделей.

Уровень живых организмов

В процессе эволюции живого число и качество уровней организации живых организмов не является постоянным, а возрастает [7], поэтому в данном рассмотрении, для того чтобы более четко отличить жизнь и психику, ограничимся организмами, в которых еще не возникла развитая нервная система – мозг (примерно уровнем инфузорий).

На рис. 2 представлена общая схема такого живого организма. Отдельно выделен геном организма, с помощью которого через механизмы интерпретации и реализации строится и воспроизводится в процессе жизнедеятельности тело организма. Выделена также энергетическая компонента, поскольку в отличие от физических тел живые организмы являются принципиально неравновесными образованиями, и сам процесс жизнедеятельности базируется на управлении этими неравновесными процессами, реализовать которые можно только путем потребления тем или иным образом внешней энергии.

К основным уровням иерархии живого организма, составляющим его систему реализации жизнедеятельности, относятся:

– уровень целостного организма;

– уровень отдельных органов и конечностей;

– уровень клеток или органелл;

– супрамолекулярный уровень – это уровень сложных молекул, катализаторов, конформационных взаимодействий и т.д. [8];

– физический уровень, состоящий из ряда рассмотренных выше подуровней.

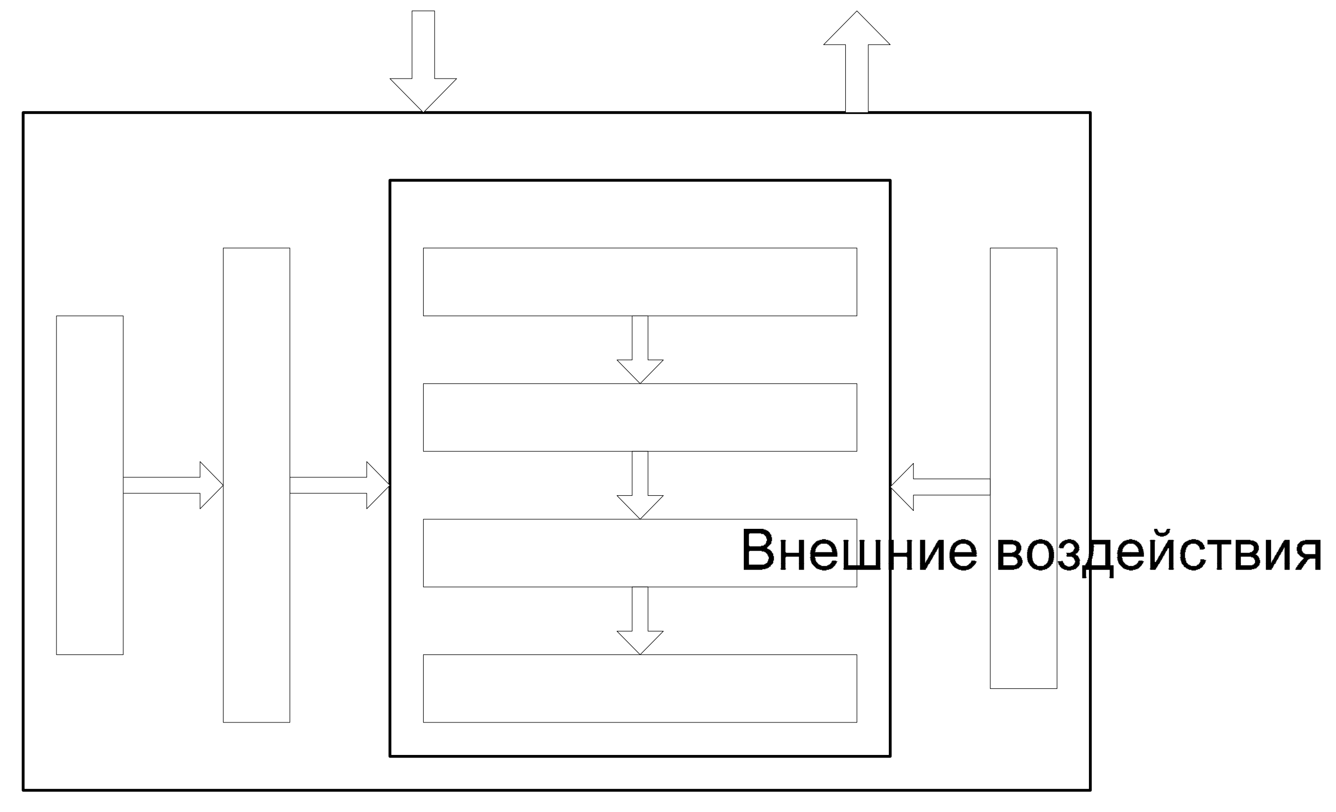


Рисунок 2 – Схема иерархической организации и жизнедеятельности живого организма

Вряд ли кто-нибудь будет оспаривать, что живой организм существует как нечто единое, целостное, как физическая реальность. В то же время эта реальность не существует сама по себе, в отрыве от остальных уровней, – она и все ее свойства реализованы за счет всех нижележащих уровней иерархической организации, вплоть до уровня элементарных частиц и вакуума.

Отметим, что целостность организма реализуется лишь в некотором (довольно узком по сравнению с возможным диапазоном физических значений) диапазоне внешних условий. Именно в этом диапазоне организм успевает и может отреагировать на изменение внешних условий путем изменения внутреннего состояния, и сохранить свою целостность и жизнеспособность. При выходе за пределы этого диапазона организм распадается (умирает как целостность вышестоящего уровня), но элементы нижестоящих, физических уровней, как правило, сохраняются, поскольку для их разрушения нужны гораздо более жесткие условия (энергии). Такое состояние дел объясняется тем известным принципом, что элементы нижележащих уровней входят в вышестоя-



щий уровень не целиком, а лишь некоторой частью. В частности, это проявляется в том, что чем выше уровень организации, тем меньше энергия связи между его элементами. С этой точки зрения существование каждого элемента или уровня системы можно рассматривать с двух позиций:

а) как «бытие-для себя» (по Гегелю), т.е. внутреннюю энергию, сложность, нижележащие уровни и т.д.;

б) как «бытие-для иного» – та часть сущности элемента (вещества, энергии, разнообразия и т.д.), которая участвует в построении вышележащих уровней[1].

Существование организма как единого целого с новыми, не существующими на более низких уровнях иерархии свойствами, в значительной мере обеспечивается информацией. Но каким образом?

Обратим внимание на то, что информация не имеет смысла без связанной с ней системы ее интерпретации и реализации. В работе [9, с. 42, с. 55] детально рассмотрен этот вопрос и введено представление об информационной системе: «Прием или создание информации, ее хранение, передачу и использование будем называть элементарными информационными актами, а осуществление всей совокупности таких актов – информационным процессом. Из повседневного опыта мы знаем, что ни один из информационных актов не может осуществляться сам по себе, спонтанно, – для этого требуются специальные механизмы или устройства. Совокупность механизмов, обеспечивающих полное осуществление информационного процесса, будем называть информационной системой… Вне информационной системы информация может лишь сохраняться в виде записей на тех или иных физических носителях, но не может быть ни принятой, ни переданной, ни использованной… Действенность информации может выявляться лишь в адекватной ей информационной системе, – вне таковой любая информация, не будучи “ни материей, ни энергией”, абсолютно пассивна».

Понятие системы реализации, используемое в данной работе, можно рассматривать как обобщение понятия информационной системы, введенное в [9], не только на информационные процессы, но и на вещественно-энергетические. Это обусловлено тем, что практически все процессы в реальных системах имеют смешанный – информационно-вещественный, а также энергетически-полевой характер. И понять сущность информации вне связи с физической реальностью невозможно.

Развивая эту идею, сравним с информационной точки зрения механизмы обеспечения целостности в телах неживой природы и живых организмах. Если в физических телах все определяется «здесь-и-теперь» взаимодействиями, в которых роль информации сведена к нулю, то в живых организмах на их поведение существенное влияние оказывает накопленная информация. Структура реакций организма на воздействие среды такова, как будто организм существует не только «здесь-и-теперь», а в более широкой области пространства и времени. И чем более высока степень эволюции организма, тем шире эта область пространства и времени, тем больше диапазон условий, в которых организм сохраняет свою целостность.

Таким образом, живое фактически существует в более сложной реальности, чем неживое. С точки зрения организации существования (и жизни) это связано с тем, что система реализации для живых организмов носит более сложный характер, чем для неживого, и состоит из двух уровней: информационного и физического. Принципиаль-

[1] При традиционном подходе к моделированию сложных систем, основанном на формальных принципах, рассматривают лишь «бытие-для иного», игнорируя и забывая о «бытии-для себя». После этого безапелляционно заявляется о полной тождественности модели и моделируемой системы, во что с учетом объема выброшенной из рассмотрения реальности невозможно поверить.

ным при этом является тот факт, что информационный уровень «встроен» в физический, и не может самостоятельно ни быть интерпретирован, ни тем более инициировать какие-либо процессы по обеспечению целостности организма.

Уровень сознания, мышления и психики

На рис. 3 показана примерная организация уровней иерархии для сознания. Отметим, что по сравнению с уровнем живого, для сознания добавилась еще одна подсистема реализации – психическая. Эта система отличается от системы реализации живого организма следующими основными особенностями:

1. Если в системе реализации организма основным движущим фактором являются физические и химические силы на уровне вещества (атомов и молекул), то в психической системе основным движущим фактором являются более сложные процессы, которые, вообще говоря, связаны со строением вещества значительно слабее, чем в первом случае.

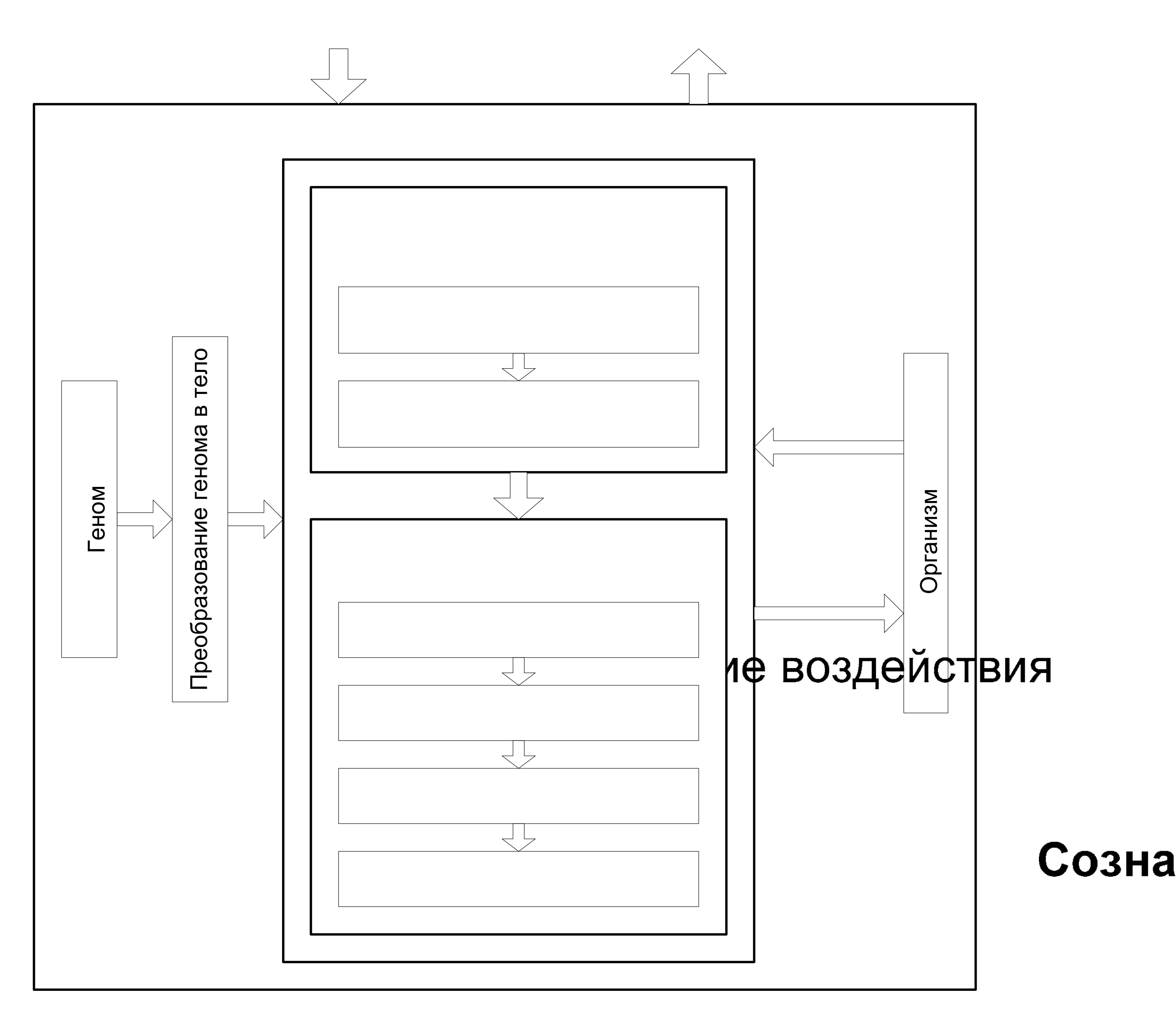


Рисунок 3 – Схема иерархической организации мышления и сознания

2. Если в системе реализации организма информация о том, каким образом должен функционировать организм, вводится извне (из генома), и задана она достаточно жестко, то сознание вместе с системой реализации (мозгом и происходящими в нем процессами), содержит в себе основную информацию, необходимую для организации своей деятельности, и является самодетерминирующейся сущностью [10]. Как показано в той же работе, помимо самодетерминации в мышлении происходит также разрыв физической причинности. Зависимость причины от следствия становится более опосредованной, и зависящей от информации и мышления. Или, как отмечено выше в данной работе, сознание работает в более сложной и многомерной реальности, чем физическое пространство-время, и включает в себя прошлое, будущее, отдаленные области пространства, а также различные психические и интеллектуальные сущности.

Рассмотрим основные качества сознания с учетом его иерархической организации.

Целостность сознания может быть представлена и проанализирована с двух позиций.

Первая – позиция субъективного восприятия. Каждый из нас может непосредственно почувствовать и погрузиться в собственное сознание, ощутить его «на вкус», увидеть его неоднородность, наличие в нем таких компонент, как чувства, желания, эмоции, воля и т.д. Значительная часть психологов, следуя бихевиористскому подходу, отрицают наличие сознания как самостоятельной сущности, ссылаясь на то, что его нельзя наблюдать извне, внешнему наблюдателю. Но мы воспринимаем и понимаем такие заявления только благодаря тому, что обладаем сознанием. Поэтому если сознания не существует, то уж тем более не существует критиков, отрицающих его существование (**Прим.:** Следовательно, сознание существует). В свете этого замечания представляется, что знаменитый тезис Р. Декарта «Мыслю – следовательно существую» (Cogito ergo sum) было бы правильнее сформулировать в следующем виде «Осознаю – следовательно существую»!

Вторая позиция основана на рассмотрении сознания как одного из уровней иерархической организации систем. При таком подходе сознание существует благодаря системе реализации, состоящей из всех нижележащих уровней (рис. 3). И ни один из этих нижележащих уровней нельзя убрать, поскольку при этом исчезнет снабжение сознания веществом, энергией и информацией. Исходя из этой позиции, **сознание существует точно в таком же смысле, как существуют твердые тела и живые организмы. Говоря еще более определенно, – сознание материально (в том смысле, что существует как объективная реальность, воспринимаемая нами).**

Если же кто-то не согласен с этой позицией, и считает сознание некоей не связанной с материей сущностью, напомню, что с понятием жизни в свое время (примерно XVII – XIX века) существовали такие же проблемы, как и с понятием сознания. И для их решения была предложена концепция витализма, – некоего особого типа поля или субстанции, носителя жизненных начал. Позже от этой концепции отказались, но проблема онтологического статуса жизни решена так и не была, ее просто замолчали! Сейчас те же проблемы возникают с сознанием, а предлагаемые частью научного (и не только научного) сообщества методы решения есть, по сути, использование концепции витализма для сознания. Замечу, что точно такая же проблема о статусе существования возникает теперь для систем живых организмов, в частности, человеческих организаций.

Обобщая, можно сказать, что каждый раз, когда мы переходим на рассмотрение вышестоящего уровня организации нашего мира, возникает соблазн объяснить целостность объектов этого вышестоящего уровня с помощью некоего нового поля, независимого от нижележащих уровней Природы. С учетом проведенного выше рассмотрения этот подход представляется неверным. **Целостность любого уровня действительно**

существует, и может рассматриваться как некое поле, сущность, или нечто третье, но она не может существовать в отрыве от нижележащих уровней реальности[1].

Целостность сознания реализуется за счет процессов, охватывающих значительные участки мозга. К числу таких процессов относятся мышление, эмоции, чувства, ощущения. Зададимся вопросом: а какую природу имеют эти процессы: информационную или физическую? И могут ли они быть формализованы, т.е. рассмотрены и воспроизведены в отрыве от их физической реализации?

Рассмотрим, например, механизм действия эмоции. В сознании она воспринимается как более или менее целостный объект. На уровне же физической реализации это некая волна или поле электрических потенциалов, распространяющаяся по нейронам и приводящая к некоторым изменениям на уровне дендритов и аксонов. Эти изменения реализуются за счет изменений в мозге на всех уровнях физической организации, в частности: изменения барьеров возбуждения нейронов, концентрации нейромедиаторов, состояния электронных оболочек атомов и молекул и т.д.

Все эти процессы реализуются одновременно, взаимосвязанным и взаимосогласованным способом. Необходимо уточнить, что понимается в данном случае под указанными понятиями:

– одновременность есть временной промежуток, характерный для процесса верхнего уровня. В данном случае это время возбуждения или существования эмоции;

– взаимосвязанность и взаимосогласованность подразумевает, что за время действия процесса верхнего уровня произойдут взаимодействия между элементами нижележащих уровней (нейронами, электронными оболочками и т.п.), и в результате этих взаимодействий элементы нижележащих уровней перейдут в новые более или менее устойчивые состояния.

Понятие одновременности для сознания существенно отличается от понятия параллельности для компьютеров. Во-первых, в сознании происходит согласованное изменение состояний элементов многих уровней, вплоть до вакуума (как некоторой реальности). Во-вторых, каждый небольшой участок мозга, и каждый уровень перерабатывает информацию по своим, отличным от других участков и уровней правилам. И, в-третьих, эти правила меняются закономерным образом и в течение одного такта действия под влиянием процессов вышестоящего уровня.

Из проведенного рассмотрения следует вывод, что сознание и происходящие в нем процессы верхнего уровня (эмоции, чувства, мышление) существуют как физическая реальность, вовлекая в свое существование все богатство составляющих их вещественно-энергетических и информационных процессов.

Можем ли мы в формализованной модели повторить все богатство этих взаимодействий, для всех уровней существования? То есть, может ли быть формализованная модель равномощна со своим оригиналом, – сознанием отдельного человека)?

Ответ очевиден – нет.

Для кого же приведенная аргументация недостаточна, то прошу обратить внимание, что даже для элементарной частицы или атома еще не создана равномощная формальная модель (и вряд ли когда будет создана), а сознание намного сложнее их.

---

[1] Разрыв физической реальности с вышележащими уровнями существующего одинаково характерен как для материализма, так и для идеализма. Только одни (материалисты) считают главными нижележащие уровни, а другие (идеалисты) – вышележащие. Это разные стороны той же самой односторонности, связанной с «разрывом» связи между уровнями существования, и приводят они к весьма похожим проблемам. Как следует из излагаемой в данной статье концепции, и идеализм, и материализм являются тупиковыми ветвями в познании существующего.

Независимо от вышесказанного (т.е. онтологического статуса), сознание может быть рассмотрено с информационной точки зрения. В работе [11] Ж. Бреммерман предложил формулу для оценки информации, связанной с энергией и веществом. В частности, он получил оценку для максимального количества информации, которое может быть обработано с помощью единицы массы, – порядка 10^{47} бит/кг. Это число получило название предела Бреммермана и приобрело широкую известность. Реальное же количество информации, которое может быть обработано вещественным объектом, намного меньше и определяется мощностью рассеиваемой объектом энергии [11]:

$$N \leq E \times \Delta t/h, \quad (1)$$

где N – количество информации, в битах, E – энергия, Δt – интервал времени, h – постоянная Планка ($h = 6{,}63^{-34}$Дж×с).

Учитывая, что человеческий мозг потребляет несколько десятков ватт энергии, получаем, что суммарный поток информации во всех уровнях физической реализации мозга составляет величину порядка 10^{34} бит/с. Скорость же работы самого быстрого компьютера составляет порядка 10^{15} бит/с. Впечатляющее различие!

Сторонники формального подхода могут возразить, что в одном случае (для мозга) я учитываю информацию, содержащуюся на нижележащих уровнях, а в другом (для компьютера) – нет. Но суть формального подхода как раз и заключается в том, чтобы информация не зависела от нижележащих уровней информации, – это и есть тот самый «разрыв», о котором говорилось ранее. Для физической же системы, каковой является мозг и существующие в нем процессы (сознание), такого разрыва нет, и поведение системы определяется всей заложенной в ней информацией.

Однако может быть, что различие информационного содержания мозга и компьютера еще значительнее полученных выше оценок.

Так, обратим внимание, что 10^{34} бит/с – это количество внешней информации, которое может быть введено или выведено из системы, или «пройти» через систему в результате внешних воздействий. Количество же «внутренней» информации системы, с помощью которой она осуществляет свое «самовоспроизводство», равно пределу Бреммермана, т.е. порядка 10^{47} бит/с (учитывая, что вес мозга человека порядка одного килограмма). Если сравнить это число с количеством элементов хранения и обработки информации в компьютере, то увидим, что «элементная» база мозга значительно мощнее элементной базы компьютера.

И еще одна компонента – вакуум. Вернемся к упомянутой выше информационной мощности элементарной частицы (точнее, информационной мощности системы элементарная частица – вакуум). В настоящее время не существует общепринятых методик расчета информационной мощности таких объектов. Но учитывая сложность описывающих их волновых функций, нельзя исключить, что эта сложность, как поведение и свойства во всех возможных взаимодействиях, может быть очень высока.

Таким образом, информационные мощности сознания как *существующего* объекта и формальной системы, доступной человечеству в обозримом будущем, несопоставимы.

Сознание имеет еще одно важное свойство, отсутствующее у формальных систем, – оно контекстно. Под контекстностью понимается зависимость смысла отдельного понятия, предложения или сообщения от понятийного или внеязыкового информационного окружения, в которое помещены соответственно эти исходные понятия, предложения и сообщения. Хочу отметить, что контекстность – это не только информационное понятие. Смысл и значение основываются на *переживании*, которое, в свою очередь, включает в себя эмоции, чувства и тому подобные процессы верхнего уровня, имеющие скорее статус особого вида физических полей, чем формальное информационное содержание.

С точки зрения обработки информации контекстность сводится к тому, что информация обрабатывается согласованным образом на всех уровнях – психическом, нейрофизиологическом и физическом – за один или несколько тактов процессов верхнего уровня. Это коренным образом отличает работу человеческого мозга от длинной цепочки символьных преобразований в формальных системах. Такое качество с точки зрения организации и онтологического статуса ближе к принципам физического существования (одновременность и полнота реализации).

Выскажу предположение, что деятельность человеческого мозга организована следующим образом: в процессе мышления и осознавания человеком всего множества внешних и внутренних стимулов-процессов он одновременно получает целое множество или пучок взаимосвязанных виртуальных представлений о текущей ситуации. С помощью логики он выбирает одно из этих виртуальных преставлений, которое при этом приобретает статус осознанной психической реальности [12]. Далее процесс создания пучка виртуальных представлений продолжается, но уже на базе другого исходного представления. Процесс аналогичен стягиванию волновой функции в результате взаимодействия и «расплыванию» ее в промежутках между взаимодействиями.

Таким образом, механизм контекстности основан не просто на параллельных вычислениях, – в некотором смысле мозг одновременно производит множество взаимосвязанных преобразований информации, используя различные значения критериев, осуществляет оценку (с помощью интегральных процессов типа эмоций и смысла) полученной информации, и выбирает наилучший вариант.

Полученные выше представления о сознании не претендуют на исчерпывающее описание этого понятия (точнее, явления). В данном исследовании рассмотрены лишь те черты сознания, которые связаны с его иерархической организацией, сложностью элементов нижележащих уровней и существованием сознания как физической реальности. В результате такого рассмотрения выделены области исследований и явления реальности, которые являются существенными для понимания сознания. Это прежде всего такие явления, как существование, жизнь и целостность. И отмечены те понятийные области и явления, на основе которых невозможно, или, по крайней мере, проблематично реализовать сознание, – это формальные системы.

Организация систем на уровне общества в данной статье не рассматривается, поскольку она рассмотрена автором в предыдущей статье [13].

2 Формальные подходы к объяснению мышления и сознания

Вначале рассмотрим, как относились к трактовке интеллекта, мышления и сознания идеологи вычислительной техники и математики.

А. Тьюринг выдвинул идею своего знаменитого теста в работе 1950 года [14]. В этой работе он отказывается от рассмотрения мышления, ссылаясь на разнообразие мнений, и предлагает оценивать (без выяснения, что же это такое!) наличие или отсутствие мышления по результатам общения, – краткого, и, по сути, заочного[1].

У.Р. Эшби дает свое понимание мышления [15, с. 37]: «Еще несколько лет назад было много споров о том, что понимать под “разумной машиной”. Сейчас положение прояснилось и ответ на этот вопрос известен. Разумной следует считать систему, способную выполнить подходящий обзор. Эта способность и есть критерий разумности. Иными словами, разумен тот, кто разумно действует».

[1] И как оценивать в свете такого предложения деятельность фокусников и шарлатанов?

А.Н. Колмогоров [16, с. 13]: «Современная электронная техника открывает весьма широкие возможности *моделирования* жизни и мышления. Дискретный (арифметический) характер современных вычислительных машин и автоматов не создает в этом отношении существенных ограничений. Системы из *очень большого числа* элементов, каждый из которых действует чисто “арифметически”, могут приобретать *качественно новые свойства.*

…Если свойство той или иной материальной системы “быть живой” или обладать способностью “мыслить” будет определено чисто функциональным образом (например, любая материальная система, с которой можно разумно обсуждать проблемы современной науки или литературы, будет признаваться мыслящей), то придется признать в принципе вполне осуществимым *искусственное создание* живых и мыслящих существ».

Общим для основоположников является отказ от рассмотрения по существу, что же такое мышление, сознание и жизнь, и замена их некими внешними проявлениями («бытие-для-иного» по Гегелю). Второе – подчеркивание арифметического или алгоритмического характера искусственного разума. А.Н. Колмогоров также недвусмысленно высказался, что такие системы могут приобретать качественно новые свойства и быть живыми.

В настоящее время специалисты в области информации и искусственного интеллекта, как правило, гораздо менее категоричны в высказываниях о возможностях алгоритмического подхода. Практически каждый серьезный исследователь имеет на эти вопросы свою собственную точку зрения, в чем-то отличающуюся от взглядов других исследователей. А диапазон взглядов колеблется от поддержки основоположников с определенными оговорками вплоть до полного их отрицания, или даже обращения к различным вариантам мирового духа. При этом в центре внимания находится понятие информации, и, в зависимости от того, какая трактовка при этом используется, решаются и остальные вопросы. Детальный обзор хотя бы наиболее характерных взглядов требует работы совсем другого масштаба, поэтому в подтверждение этой позиции лишь несколько мнений (обзор ряда концепций мышления в [17]).

Г.С. Теслер [18]: «Из этого (Прим. автора: системного) закона следует, что необходимо рассматривать явления, процессы и объекты (сложные системы) не только как обособленную систему, а и как подсистему некоторой большей системы (относительно которой данная система не может рассматриваться как замкнутая). В соответствии с подходом К. Гёделя, функция цели рассматриваемой системы должна быть выработана на метауровне (по отношению к исследуемой системе). Это следует из теорем К. Гёделя о неполноте в арифметических системах, согласно которым можно сделать вывод, что если формальная система не противоречива, то она неполна и не существует доказательства ее непротиворечивости, которое проведено средствами данной системы, т.е. для доказательства неполноты и непротиворечивости необходимо привлечь средства метасистемы (стоящей над исследуемой системой)». Как, по-видимому, следует из этого отрывка и остального текста статьи, Г.С. Теслер считает возможным реализацию мышления в рамках алгоритмических систем, расширенных метауровнями.

В.П. Евменов [2, с.18] считает, что «познание материального мира мозгом… – это материальный процесс, продуктом которого может быть только материальный объект. Поэтому образ материального мира, создаваемый мозгом в процессе управления организмом, материален, вторичен по отношению к материальному миру и находится в гомоморфном отношении с ним». Такую концепцию В.П. Евменов называет современным вульгарным материализмом. Отметим, что в этом пункте позиции В.П. Евменова и автора данной работы совпадают.

Д.П. Шишков и А.И. Шевченко [19, с. 43, 44]: «*Современные компьютерные системы (неживая природа) принципиально не могут обрабатывать (порождать, изменять и уничтожать) информацию.* Они могут только (под воздействием человека) замещать литерные строки и распространять данные, которые встроены в них. Замещение – внекомпьютерное понятие.

…Современные компьютерные системы принципиально не могут интерпретировать данные, не имея разума. Они только замещают одни данные другими. Выполнение машинных команд (весь вычислительный процесс) есть знакозамещение.

…ИИ – неудачное понятие. Оно не связано с интеллектом. Есть только один – естественный интеллект».

Как видно из приведенной краткой подборки, разброс мнений даже специалистов в данной области о том, что есть информация и мышление, максимально велик, вплоть до того, что некоторые концепции исключают друг друга.

В связи с этим сделаем заключение о сущности и возможностях интеллекта и сознания не на основании литературных данных, а на основании концепции, развернутой в первой части данной работы. Для этого вначале определим понятия интеллекта и сознания (понятие мышления рассматриваться не будет, поскольку оно включает в себя в неопределенном отношении и интеллект, и сознание, а как далее будет показано, это существенно разные понятия).

Интеллект – это способность организма или устройства с помощью информации находить более краткие пути между причиной и следствием (целью и путем ее достижения и т.п.), чем это следует из физических законов, происходящих естественным путем, без вмешательства в их протекание.

В этом определении не используется понятие алгоритма, поскольку, по мнению автора, нужно учитывать возможность существования интеллектуальных, но не алгоритмических методов обработки информации. Ускорение же достижения целей или потребностей – это один из основных (если не основной) принципов существования живого, и именно для этого возник и развивается интеллект.

Сознание – это самоосознающийся интегральный физический процесс переживания и обработки информации мозгом или подобным по функциям устройством. Неотъемлемые свойства сознания: целостность, существование как физической реальности, контекстный характер, анализ деятельности не только окружения, но и самого себя.

Несомненно, это определение раскрывает далеко не все основные свойства сознания, но оно опирается на рассматриваемые в данной работе концепции и позволяет сделать ряд полезных выводов.

Прежде, чем говорить о возможностях интеллекта, отметим, что возможно создание двух существенно различных типов искусственного интеллекта:

1. Формальный искусственный интеллект – это тип интеллекта, рассмотренный основоположниками вычислительной техники, и реализованный в компьютерах с фон-неймановской архитектурой.

2. Естественный искусственный интеллект (чем хуже Старого Нового года?) – это интеллект, основанный на тех же принципах, что и живые организмы, но созданный не эволюцией, а мыслящими существами.

Первый тип интеллекта, как устройства по обработке информации, создан и существует. Но, в соответствии с приведенной в первой части работы аргументацией, он не может быть ни мыслящим, ни сознательным.

Второй тип интеллекта только создается, – в частности, к нему можно отнести разрабатывающиеся в настоящее время молекулярные компьютеры, а в какой-то мере

и квантовые. В принципе, при соблюдении ряда условий, необходимых для реализации мышления и сознания (что это за условия, еще необходимо уточнить!), этот тип интеллекта может быть по-настоящему мыслящим и сознающим.

По отношению к созданию сознания и его возможностям можно выделить как минимум пять различных точек зрения.

1. Ортодоксальный формализм (Тьюринг и $К^0$), который с равным правом можно было бы назвать и наивным идеализмом. Наивность проявляется как минимум в трех аспектах:

а) без изучения самого сложного понятия выбирается одна его внешняя черта, и отождествляется с внутренней сущностью. Вообще говоря, можно доказать, что это логически некорректная операция (умозаключение типа: тигр смертен, человек тоже смертен, следовательно, тигр – человек);

б) резко снижены требования к операции проверки по наличию или отсутствию искомого качества. Так, у Тьюринга это краткое общение обывателя с устройством, находящимся в другой комнате, по строго определенным (формализованным) правилам. В то же время совершенно другой критерий строгости в отношении существования пси-явлений: комиссии независимых наблюдателей, повторяемость, измеряемость характеристик, требование объяснения внутренних механизмов и др. Так давайте же будем одинаково относиться к проверке возможностей не только естественного, но и искусственного интеллекта. А то мы приходим к варианту научной коррупции;

в) вера в то, что при увеличении количества алгоритмических операций они неким непостижимым образом перейдут в новое качество – сознание. Уж эти-то специалисты как никто другой должны знать: сколько к алгоритму ни добавляй операций, он умнее не становится.

Идеализм же заключается в том, что возникшее таким образом гипотетическое мышление и сознание не связано с материальным миром и должно рассматриваться как нечто идеальное.

2. Гибкий формализм – это расширенный алгоритмический подход, включая нейросети, эволюционные вычисления, метауровни и другое. Но и при таком подходе отсутствует содержательная информационная связь с нижележащими уровнями реальности. Поэтому представляется, что и в этом варианте создать настоящее мышление и сознание не удастся. В то же время эти методы хорошо подходят для моделирования мышления.

3. Традиционный материализм (он же монизм). Согласно этому взгляду, сознание полностью определяется происходящими в материи (веществе мозга) процессами и есть лишь субъективно воспринимаемый аспект этих процессов. Можно согласиться с зависимостью сознания от процессов в материи, однако такая трактовка не позволяет объяснить целостность сознания, и существование этой целостности на том же уровне, что и физическая реальность. Да и в случае принятия научной общественностью парапсихологических (пси) эффектов, хотелось бы оставить возможность их включения в научную картину мира.

4. Квантово-механический материализм. Эта концепция существенно основывается на экспериментально доказанном существовании несиловой внепространственной и вневременной связи между элементарными частицами, и вообще объектами материального мира [5], [6]. Такой подход, не порывая с физическим статусом существования сознания, позволяет объяснить его целостность, а также ряд возможно существующих пси-эффектов (чтение мыслей, предвидение, видение на расстоянии и др.) Здесь еще многое требуется исследовать как в квантовой физике, так и в сознании, но пред-

ставляется, что это наиболее перспективный подход к изучению сознания, который позволит в ближайшие десятилетия понять его суть, и при необходимости создать искусственное сознание, основанное на других нижележащих элементах, но с соблюдением сформулированных в работе принципов: опора на все уровни реальности, одновременность, целостность, контекстность.

5. Идеализм. В этой концепции сознание представляется в виде некоторой сущности, способной (в разных вариантах этой концепции) существовать относительно независимо или вообще независимо от мозга. В этом отношении сознание отождествляется с душой, – со всеми вытекающими последствиями. Не входя в обзор длительной истории развития этих представлений, и множества современных школ и направлений, отмечу лишь следующее:

а) мы знаем лишь небольшую часть Вселенной, и утверждать, что в ней чего-то нет, с точки зрения здравого смысла, – некорректная операция. С другой стороны, наука оперирует лишь с объектами, существование которых (в том или ином смысле) можно доказать. И она, вообще говоря, еще не показала, каким образом возникает сознание. Поэтому независимость существования сознания является при настоящем уровне знаний вопросом веры, а не науки.

б) имеются некоторые основания считать, что сознание тесно связано с несиловой связью между объектами мира. Ряд серьезных физиков [6] делают на этом основании вывод о существовании (в разных вариантах) информационной базы Вселенной или мирового разума. Пока эти представления довольно слабо связаны с экспериментом, но в любом случае хотелось бы напомнить, что для «приведения в действие» человеческого сознания необходимы затраты энергии, мощностью в несколько десятков ватт. Откуда этой энергии взяться в вакууме? Поэтому представляется, что в отрыве от мозга сознание в лучшем случае может существовать в виде неактивной информационной (точнее, квантово-механической) тени. Впрочем, как уже говорилось, в данной ситуации ничего нельзя утверждать с полной определенностью.

Заключение

В формальных системах элементы нижележащего уровня обладают фиксированной и, вообще говоря, относительно невысокой сложностью. Сложность формальных систем определяется сложностью взаимодействий элементов. В реальных системах, обладающих статусом физического существования, сложность элементов нижележащих уровней не фиксирована, и, вообще говоря, достаточно высока для того, чтобы за счет изменения состояний этих элементов реализовывались любые изменения вышестоящих уровней.

Изменения в реальных системах реализуются путем взаимосогласованного изменения состояний элементов всех уровней системы. И с этой точки зрения можно утверждать, что физические тела, живые организмы и сознание существуют совершенно одинаковым образом, т.е. как набор взаимосвязанных уровней, в основе которых находятся физические частицы и поля.

Причина изменений сознания в значительной мере определяется процессами верхнего уровня, т.е. сознание является самодетерминирующейся сущностью. И в этом отношении сознание отличается от неживых систем, изменения в которых в равной мере (наряду с внутренними свойствами) определяются окружением таких систем.

В рамках иерархического подхода сознание может быть рассмотрено с позиций целостности, контекстности и информационного содержания. При этом сущность сознания не может быть сведена лишь к информации, *сознание существует как физическая реальность.* Такие аспекты сознания, как целостность, переживание и чувст-

вование невозможно адекватным образом реализовать и описать с помощью формальных (алгоритмических) систем. То есть сознание не может быть получено с помощью машины Тьюринга и иных вычислительных систем, основанных на формальных принципах.

Литература

1. Саймон Г. Науки об искусственном / Саймон Г. – М. : Мир, 1972. – С. 102-137.
2. Евменов В.П. Интеллектуальные системы управления : уч. пособие / Евменов В.П. – М. : ЛИБРОКОМ, 2009. – 304 с.
3. Клини К.С. Введение в метаматематику / Клини К.С. – М. : ИЛ, 1957. – 526 с.
4. Ашкрофт Н. Физика твердого тела. / Н. Ашкрофт, Н. Мермин. – М. : Мир, 1979. – Т. 1. – 398 с.
5. Bertlmann R.A. Quantum [Un]speakables From Bell to Quantum Information / R.A. Bertlmann, A. Zeilinger. – Springer, 2002. – 493 p.
6. Менский М.Б. Человек и квантовый мир / Менский М.Б. – Фрязино – Век2, 2005. – 320 с.
7. Heylighen F. Evolutionary Transitions: how do levels of complexity emerge? / Heylighen F. // Complexity. – 2000. – Vol. 6, № 1. – P. 53-57.
8. Лен Ж.-М. Супрамолекулярная химия: Концепции и перспективы / Лен Ж.-М. – Новосибирск : Наука, 1998. – 334 с.
9. Корогодин В.И. Информация как основа жизни / В.И. Корогодин, В.Л. Корогодина. – Дубна : Феникс, 2000. – 208 с.
10. Соловьев О.В. О принципиальном отличии детерминизма в информационных сетях человеческого мозга и ЭВМ / О.В. Соловьев, С.О. Соловьев // Искусственный интеллект. – 2009. – № 3. – С. 11-22.
11. Bremermann H.J. Optimization through evolution and recombination / Bremermann H.J. // Self-Organizing Systems / Ed. by Yovits M.C. and Cameron S. – Washington – Spartan – 1962. – P. 93-106.
12. Сторож В.В. Обработка информации у человека Ч.3. Специфика высших уровней / В.В. Сторож // Искусственный интеллект. – 2005. – № 1. – С. 107-125.
13. Сторож В.В. О субъектах преобразований / В.В. Сторож // Искусственный интеллект. – 2008. – № 2. – С. 6-18.
14. Turing A. Computing Machinery and Intelligence / A. Turing // Mind. – 1950. – Vol. 59. – P. 433-460.
15. Эшби У.Р. Что такое разумная машина / Эшби У.Р. // Кибернетика ожидаемая и кибернетика неожиданная. – М. : Наука, 1968. – С. 34-47.
16. Колмогоров А.Н. Автоматы и жизнь / А.Н. Колмогоров // Кибернетика ожидаемая и кибернетика неожиданная. – М. : Наука, 1968. – С. 12-31.
17. Шевченко А.И. Развитие представлений и взглядов на природу естественного и искусственного сознания как основы интеллектуальности человека и машин / А.И. Шевченко, И.С. Сальников // Искусственный интеллект. – 2004. – № 3. – С. 16-36.
18. Теслер Г.С. Системно-посткибернетический подход как новая парадигма науки / Г.С. Теслер // Математичні машини і системи. – 2009. – № 1. – С. 3-22.
19. Шишков Д.П. Философия компьютерной информатики (почему компьютеры принципиально не могут обрабатывать информацию) / Д.П. Шишков, А.И. Шевченко. – Донецьк : ІПШІ «Наука і освіта», 2009. – 252 с.

В.В. Сторож
Ієрархічна організація світу, інтелект та свідомість
Відмова від фіксованої складності елементів долішніх рівней дозволили показати, що з точки зору ієрархічної організації неживі тіла, живі організми та свідомість існують однаковим чином, як фізична реальність. Такі властивості свідомості, як цілісність, контекстність, переживання та почування, можливо описати лише за позиції фізичного існування, але не формальних або алгоритмічних систем. Робиться висновок, що свідомість не може бути отримана з допомогою машини Тьюрінгу і інших обчислювальних систем, заснованих на формальних принципах.

V.V. Storozh
Hierarchical Organization of World, Intelligence and Consciousness
Refusal from fixed complexity of elements of underlying levels has allowed to show that from the point of view of the hierarchical organization lifeless bodies, live organisms and consciousness exist equally, as a physical reality. Such properties of consciousness as integrity, contextual, and feeling it is possible to reproduce experience only from a position of physical existence, but not formal or algorithmic systems. The conclusion becomes that the consciousness cannot be received by means of the machine of the Turing and other computing systems based on formal principles.

Статья поступила в редакцию 16.03.2010.